

Ingeniería Civil Oceánica



Metodologías activas en ingeniería: aplicación del método Jigsaw para la resolución de problemas en Ingeniería Civil Oceánica.

Mauricio Molina Pereira, Gianina Morales Morales.

Metodologías activas en ingeniería: aplicación del método *Jigsaw* para la resolución de problemas en Ingeniería Civil Oceánica

Mauricio Molina Pereira⁽¹⁾, Gianina Morales Morales⁽²⁾

Resumen

Los vertiginosos cambios globales mueven a las autoridades y a las instituciones de educación superior a generar modificaciones en sus procesos de enseñanza que permitan a los estudiantes enfrentar con éxito las exigencias actuales del mundo profesional. La enseñanza de la ingeniería no está exenta de este desafío y desde los años 70 se están integrando metodologías activas que involucran y comprometen a los estudiantes con sus propios procesos de aprendizaje. En el presente artículo se aborda una experiencia de aplicación y adaptación de dos metodologías activas en la enseñanza de la ingeniería: el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas. Se describe la experiencia de aplicación de la técnica *jigsaw* para la resolución de problemas concretos de Ingeniería Civil Oceánica en la asignatura de Introducción a la Ingeniería. Los resultados de la actividad indican que la implementación de cambios en la forma de enseñar ingeniería mejora la motivación de los estudiantes por sus propios procesos de aprendizaje.

Introducción

En el escenario global actual, la educación superior constituye un importante motor de desarrollo para los países (UNESCO, 2004; OCDE, 2000). Actores sociales y políticos coinciden en que las universidades tienen una especial responsabilidad en la creación de conocimientos que permitan hacer frente a las complejas problemáticas mundiales, por ello, los países han realizado grandes esfuerzos para mejorar y garantizar la calidad de la educación superior (UNESCO, 2009).

La enseñanza de la ingeniería no está exenta de este desafío. Un nuevo ordenamiento económico y social; la importancia de la innovación y del conocimiento; el auge de las nuevas tecnologías; los cambios en la organización y la estructura del trabajo; el avance vertiginoso de la técnica y las nuevas tendencias en el desarrollo del ejercicio profesional del ingeniero (Beneitone, Esquetini, González, Marty, Siufi & Wagenaar, 2007; INNOVA, 2012), hacen urgente el cambio en la formación de ingenieros para hacer frente a las exigencias del siglo XXI (Graham, 2012).

Estudios indican que a partir de los años 80 han empezado a notarse los planteamientos del nuevo paradigma educacional -constructivista o

(1). Mauricio Molina Pereira
Ingeniero Civil Oceánico, Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, Diplomado en Ingeniería Marítima, Académico de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso.
mauricio.molina@uv.cl

(2). Gianina Morales Morales
Profesora de Lengua Castellana y Comunicación, Licenciada en Educación, Licenciada en Lengua y Literatura Hispánica, Magíster en Gestión Pedagógica y Curricular, Académica de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso.
gianina.morales@uv.cl

también llamado socioconstructivista- en las aulas de ingeniería (Felder, 2006; Felder, 2012). Ciertas investigaciones han abordado el rol del docente de ingeniería (Fynnewever, Henderson, Barry, Erwin, Hanson, Lindow, Huber & Mirakovits, 2008; Felder, Brent, & Prince, 2011), algunas se han centrado en las estrategias de enseñanza efectivas (Felder, Woods, Stice & Rugarcia, 2000; Herrán y Vega, 2006) y otras han abordado los procesos de enseñanza-aprendizaje en la globalidad de los factores vinculados con el cambio en la formación de ingenieros (King, 2008; Jamieson y Lohmann, 2009; Kindelán y Martín, 2008).

Los resultados de las investigaciones permiten determinar que las prácticas pedagógicas exitosas incorporan metodologías y estrategias del paradigma constructivista: ABP (Aprendizaje Basado en Problemas o Based Problem Learning, BPL), aprendizaje activo, aprendizaje cooperativo, metodología de proyectos, entre otros, lo que sustenta la idea de que la orientación de los procesos hacia el que aprende y hacia el aprendizaje (Garret, 1988) permite mejoras de la calidad educativa. Dichas mejoras se sostienen en el tiempo si las buenas prácticas que incorporan son institucionalizadas o extendidas al interior de una comunidad académica (Graham, 2012).

La programación del currículo de ingeniería sobre la base del empleo de metodologías activas incide positivamente en el desarrollo de competencias de los estudiantes (Bullard, Felder & Raubenheimer, 2008). Con ese propósito se planificó la inclusión del ABP y el aprendizaje cooperativo (*cooperative learning*) en el curso de Introducción a la Ingeniería de la carrera de Ingeniería Civil Oceánica.

La presente ponencia se centrará en una experiencia de innovación efectuada al interior de la asignatura y abordará los alcances y resultados de la aplicación de la técnica *jigsaw* para la resolución de problemas reales de Ingeniería Civil Oceánica.

Marco Referencial

El aprendizaje cooperativo es un método activo de enseñanza-aprendizaje en que el docente, con un fin instruccional, forma pequeños grupos

en que los estudiantes trabajan en conjunto para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás (Smith, Sheppard, Johnson & Johnson, 2005). La aplicación de esta metodología involucra cinco condiciones básicas (Johnson, Johnson & Smith, 1998; Felder & Brent, 2007):

1. Interdependencia positiva: los integrantes de un equipo perciben que necesitan de los demás para completar una tarea. Para el logro de este principio el docente debe guiar el establecimiento de metas comunes y asignar roles.
2. Responsabilidades individuales: cada miembro del grupo es responsable de su participación y de cumplir las tareas que le corresponden. Se evalúa la participación de cada miembro, considerando su contribución al grupo.
3. Interacción directa (face to face): los miembros de un equipo promueven los aportes de los demás mediante una comunicación constante que involucra a los participantes.
4. Uso apropiado de habilidades interpersonales: la aplicación del aprendizaje colaborativo incluye la aplicación de habilidades sociales en el diseño de la actividad. Al interior del grupo los estudiantes se animan y ayudan unos a otros a desarrollar competencias instruccionales, habilidades de toma de decisiones, empatía, comunicación, negociación y gestión de conflictos.
5. Proceso de trabajo grupal: los equipos establecen metas, discuten sobre la manera en que están logrando sus objetivos y la manera en que pueden mejorar sus relaciones a futuro. Para ello, el docente puede asignar tareas en que los estudiantes piensen en acciones que pueden aportar al éxito del grupo. Además, el instructor debe monitorear el trabajo de equipo y retroalimentarlo.

En la bibliografía se reconocen tres formas generales de aplicación del aprendizaje colaborativo, las que a su vez involucran distintas técnicas concretas de trabajo en el aula (Smith, 2013): grupos informales de aprendizaje cooperativo, grupos formales de aprendizaje cooperativo y grupos cooperativos de base. Dentro de la implementación formal del aprendizaje colaborativo se identifican las técnicas “Cooperative Problem-Based Learning” (Aprendizaje cooperativo basado en problemas) y “Cooperative Jigsaw” (Jigsaw cooperativo). Estas estrategias se han empleado en conjunto en la experiencia que se describe en este documento.

El ABP es una metodología de enseñanza activa que se cruza e interrelaciona con el aprendizaje colaborativo. En la actualidad existen infinidad de ejemplos y aplicaciones concretas del término, entendiéndose el ABP desde distintas perspectivas, como modelo, teoría y práctica educativa (de Graaff & Kolmos, 2003). El ABP consiste básicamente en el aprendizaje resultante del proceso de trabajar en la comprensión y eventual solución de un problema. Tiene las siguientes características (Barrows, 1996 citado en Smith et al, 2005):

1. El aprendizaje está centrado en el estudiante.
2. El aprendizaje se produce en pequeños grupos de estudiantes.
3. Los profesores son facilitadores o guías.
4. Los problemas son el foco de organización y el estímulo para el aprendizaje.
5. Los problemas son el vehículo para el desarrollo de habilidades para resolver problemas.
6. La nueva información se adquiere a través del aprendizaje autodirigido.

El aprendizaje cooperativo basado en problemas (*Cooperative Problem-Based Learning*) es una forma de utilizar el ABP en ingeniería que se basa en el trabajo que los ingenieros ejercen en la práctica. Ha sido acuñado por Smith, Sheppard, Johnson y Johnson (2005) como parte primordial de lo que llaman *Pedagogies of Engagement* o Pedagogías del Compromiso, un conjunto de estrategias y métodos activos que permiten a los estudiantes hacerse cargo de su aprendizaje y del de los demás. La tabla 1 señala una pauta para la aplicación en el aula de la técnica.

Tabla nº1

Tarea	Resolver un problema o completar un proyecto.
Actividad individual	Reflexionar e identificar el problema, elaborar preguntas y pensar una estrategia de resolución.
Actividad cooperativa	Discutir y acordar un conjunto de respuestas para las preguntas asociadas al problema, el grupo se esfuerza por lograr acuerdos. Es importante que todos los miembros expliquen su estrategia de solución.
Criterios previstos para el éxito	Cada uno de los integrantes del grupo es capaz de explicar la estrategia que considera resolverá el problema.
Evaluación	Se concluye cuál es la mejor respuesta considerando las limitaciones y los recursos disponibles.
Responsabilidad individual	Un miembro de cada grupo puede ser escogido para explicar la solución propuesta al problema.
Conductas esperadas	Participación activa, pensamiento crítico, aliento y elaboración de la solución por parte de todos los miembros.
Cooperación intergrupala	Si los miembros lo consideran, pueden contrastar sus resultados con los integrantes de los otros grupos.

El método *jigsaw* es una técnica de aprendizaje cooperativo descrita y desarrollada por Elliot Aronson a inicios de la década del 70 con sus estudiantes de las universidades de Texas y California (Aronson & Patnoe, 1997). Tiene el propósito de mejorar las relaciones entre estudiantes, potenciar la motivación e incrementar el aprendizaje significativo de grandes volúmenes de conocimiento (Smith, 2013). Su aplicación ha demostrado reducir conflictos raciales y desarrollar habilidades cooperativas y de aprendizaje en las aulas donde se ha aplicado¹.

Básicamente, la técnica consiste en la división de los estudiantes en equipos de trabajo para tratar en profundidad un tema disciplinar. Cada uno de los integrantes se hace cargo, guiado por el docente, de una parte del tema y es responsable de compartir su conocimiento en el grupo. A continuación los grupos se separan y reorganizan en “equipos de expertos” formados por los estudiantes agrupados por segmento de estudio del tema general. En estos “grupos de expertos” los alumnos investigan y analizan en profundidad el segmento del tópico que les corresponde. Finalmente, los grupos se vuelven a reorganizar y los estudiantes regresan a su equipo de estudio original donde enseñan sobre su área de experticia y aprenden de los ámbitos en que profundizaron sus compañeros con el fin de comprender el fenómeno en su globalidad. Otra posibilidad de implementación consiste en dividir a los estudiantes primero en los

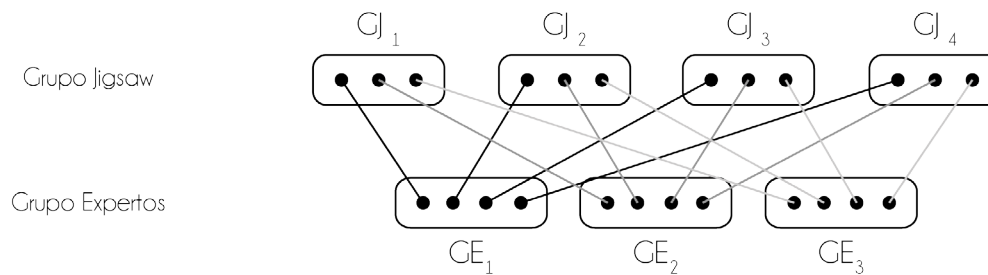
Tabla N° 1: Pauta de Aplicación del Aprendizaje Cooperativo Basado en Problemas. Fuente: Smith et al., 2005; Smith, 2013.

(1). Información detallada sobre aplicación, experiencias y resultados del método se encuentran en la web www.jigsaw.org

grupos de expertos y luego organizar los grupos mixtos, con alumnos que han profundizado en los distintos temas (Tewksbury, 2015).

Al igual que en un rompecabezas (*jigsaw puzzle*) cada una de las piezas es necesaria para que se complete y lo observemos en su totalidad, cada uno de los integrantes de un grupo *jigsaw* es esencial para la comprensión final del objeto, concepto o fenómeno de estudio (Aronson & Patnoe, 1997). La figura 1 muestra cómo funciona la organización de los grupos *jigsaw* (o mixtos) y los grupos de expertos.

Figura nº1



En la experiencia que se detalla a continuación, la técnica *jigsaw* fue utilizada para la resolución de problemas concretos de Ingeniería Civil Oceánica, de manera que la tarea para los grupos *jigsaw* fue la solución de un problema mediante la integración de los conocimientos que manejaban los expertos. De este modo, se integró el aprendizaje cooperativo con el aprendizaje basado en problemas para el trabajo de contenidos que históricamente se han transmitido de forma tradicional.

La Experiencia

El curso de Introducción a la Ingeniería es una asignatura multidisciplinaria y motivacional que tiene como propósito principal discutir los aspectos más relevantes de la vida profesional en la Ingeniería Civil Oceánica (disciplina conocida en el mundo como *Ocean Engineering*) en sus dimensiones éticas, técnicas y científicas. Complementariamente, la asignatura tiene el objetivo de desarrollar habilidades o competencias transversales en los estudiantes, como resolución de problemas, comunicación, trabajo en equipo, pensamiento crítico y aprendizaje autónomo, entre otras. Para ello, se incorpora un Taller de Habilidades

Comunicativas, cuyas temáticas se integran en los lineamientos generales del curso. La asignatura se dicta el primer semestre del primer año y contempla cuatro horas semanales, divididas en un bloque de 2,5 horas centrado en elementos de ingeniería y un bloque de 1,5 horas destinado al desarrollo de habilidades comunicativas.

Durante el año 2015 se planificó una mejora metodológica de la asignatura a través de la integración de estrategias de aprendizaje activo. De este modo, se efectuaron las siguientes acciones:

- Realización de constantes actividades en terreno, lo que representa un aumento respecto de lo considerado en años anteriores.
- Aplicación del ABP en las clases.
- Desarrollo de trabajos en equipo con rotación de integrantes y establecimiento de roles.
- Aplicación de técnicas de aprendizaje colaborativo al desarrollo de las actividades grupales. Especialmente, la adaptación de la técnica *jigsaw* (rompecabezas) para la resolución de problemas de ingeniería.
- Colaboración de estudiantes de cursos superiores como mentores o guías.
- Aplicación de la metodología de proyectos para el desarrollo de un trabajo de investigación en una materia de contingencia relacionada con un problema real de ingeniería con al menos dos alternativas de solución.
- Realización de entrevistas a ingenieros civiles oceánicos egresados en su contexto laboral.

De modo complementario, este año se aplicó en el curso el Programa de Aprendizaje Colaborativo (PAC), consistente en el apoyo de mentores (estudiantes de cursos superiores) que ayudan a los estudiantes en el proceso de estudio. Cada mentor (cuatro) tiene a su cargo ocho estudiantes de primer año, a los que se integran de manera voluntaria algunos de los estudiantes repitentes. Dentro de la evaluación del curso se considera la participación en las reuniones con los mentores.

La técnica *jigsaw* se aplicó para el estudio de la unidad de terremotos y tsunami, en particular, la evaluación de los procesos de evacuación

por tsunami en las comunas de Viña del Mar y Valparaíso. La actividad consistió en la preparación de los estudiantes en distintas temáticas asociadas al tópico principal (grupos de expertos), para luego aplicar los conocimientos en una experiencia en terreno que les permitiera resolver casos problemáticos. El enunciado de la actividad fue el siguiente:

Enunciado de la actividad de aprendizaje

Un terremoto grado 9.2 en la escala de Richter ha sacudido las regiones IV, V y VI, cuya zona de ruptura se extiende bajo el mar en la zona de subducción entre los puntos 30°0'S 72°20'W y 34°28'S 73°12'W, 500 kilómetros aproximadamente. Debido a esto, se genera un tsunami con características similares al ocurrido en 1730, el que se inicia a lo largo de la recta formada por los puntos definidos, por lo que es necesario generar una evacuación a zonas seguras.

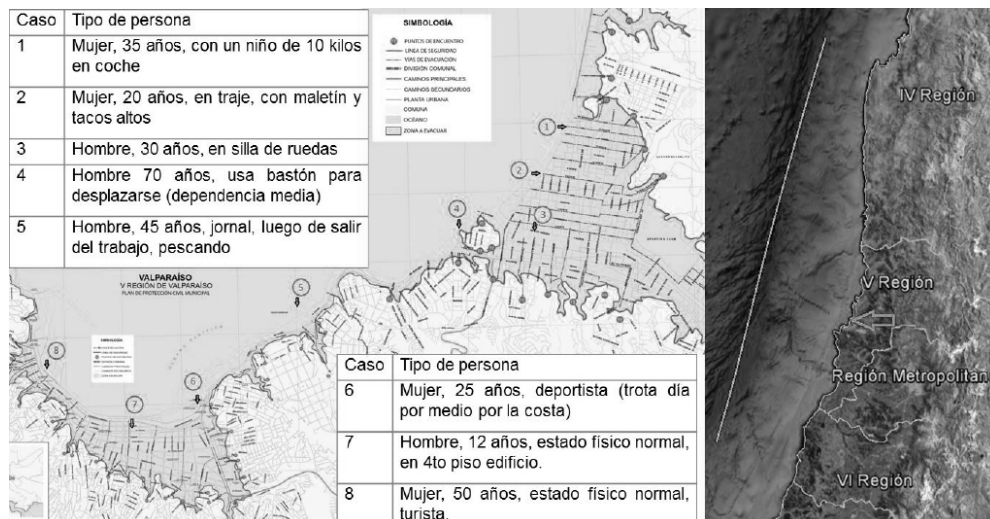
Considerando que usted se encuentra en un lugar cercano a la costa de la bahía de Valparaíso, diríjase inmediatamente al punto de encuentro más cercano definido por la ONEMI (2015), con la condición que debe respetar las leyes del tránsito.

Para esta actividad se definieron cuatro temáticas, las cuales se abordaron durante dos semanas en los grupos de expertos que trabajaron en coordinación con los mentores. Las temáticas son:

1. Evacuación por tsunami, rutas y puntos de encuentro.
2. Conducto regular de alerta a la población, desde la detección del sismo hasta el aviso a la población.
3. Evaluación estructural de edificaciones ante terremoto y tsunami en zonas de evacuación.
4. Dinámica de tsunami, velocidades de desplazamiento en mar y en tierra.

Una vez trabajadas en profundidad las temáticas correspondientes, se dividió la totalidad de los estudiantes en grupos de cuatro integrantes, cada uno de ellos perteneciente a distintas mentorías (grupos *jigsaw* o mixtos), los cuales se coordinaron para la ejecución de la actividad. A cada grupo le fue asignado un caso o problema para evaluar, los que se aprecian en la figura 2.

Figura n°2



La ejecución de la actividad consistió en la simulación en terreno de las condiciones del caso asignado y fue guiada mediante la formulación de un cuestionario que debían entregar en formato de informe al finalizar. Las preguntas formuladas fueron:

1. La persona del caso, ¿cuánto tarda en llegar al punto de encuentro más cercano definido por la ONEMI?
2. ¿Logra evitar que el tsunami lo alcance?
3. ¿A qué dificultades se enfrenta en el proceso de evacuación?
4. ¿Qué factibilidad tiene de evacuar en automóvil?
5. Si todas las personas detalladas en la tabla 1 estuvieran reunidas en su ubicación, ¿qué tipo de ayuda necesita recibir o entregar la persona correspondiente a su caso de estudio para asegurarse de que todo el grupo logre evacuar?
6. ¿Se reduce el riesgo de ser alcanzado por el tsunami si evacúa a un piso superior al quinto piso del edificio más cercano a su ruta de evacuación? (evacuación vertical)
7. ¿Cuánto tiempo tardaría en llegar una alerta de tsunami por parte de las autoridades?

Figura N° 2 : Definición de los casos a evaluar y la ubicación en el plano de evacuación generado por ONEMI. (Der) Ubicación de la zona de estudio y la zona de generación del tsunami supuesto.

Los equipos se organizaron para ejecutar la actividad en terreno. En algunos casos eligieron representantes que simulaban las capacidades de desplazamiento del caso de evacuación y en otros, todos los miembros

del grupo participaron de la simulación. El estudio previo de la ruta de evacuación definida por la ONEMI era un requisito para la actividad, pero en algunos grupos los estudiantes decidieron explorar los resultados de realizar evacuaciones con y sin conocimiento de la ruta, con el objetivo de identificar su importancia para los tiempos finales de evacuación. Incluso, hubo grupos que repitieron la experiencia para identificar variabilidad.

Posteriormente, los equipos se reunieron a resolver los problemas asociados al caso asignado y contrastaron sus resultados con otros grupos para evaluar las velocidades de evacuación, definiendo así su efectividad. Adicionalmente, identificaron el estado de las rutas, la señalética, las posibilidades de obstrucción a la evacuación por posibles derrumbes, o tráfico.

Finalmente la actividad concluyó con la entrega del informe y la exposición oral por parte de los grupos *jigsaw* de los resultados obtenidos en el proceso, generando una instancia de debate con la participación de cada estudiante. El rol del docente del curso fue guiar la realización de la actividad, monitorear el desarrollo de las etapas, resolver dudas y sintetizar los conceptos aprendidos al finalizar la actividad.

Resultados

Se observó en los estudiantes un elevado nivel de motivación en la ejecución de la actividad, lo que permitió obtener un detallado diagnóstico respecto al estado de las vías de evacuación. La participación de los estudiantes demostró el logro de los aprendizajes, de hecho, la clase final de síntesis fue desarrollada fundamentalmente con los aportes y consultas de los estudiantes. Algunos resultados señalados por los estudiantes respecto del tema se aprecian a continuación.

Conclusiones del trabajo de evaluación de los procesos de evacuación por tsunami en las comunas de Viña del Mar y Valparaíso

- En algunos casos los puntos de encuentro en momentos de evacuación distan bastante de la costa (inclusive sobre 1000 m),

atraviesan muchas calles de alto tránsito y tienden a aglomerar peatones por la concentración de población de la zona, sobre todo en el plan de Viña. Aquí se recomienda la evaluación de la evacuación vertical.

- Las vías de evacuación se presentan en general con escasa señalética, algunas en mal estado y con instrucciones poco claras. Asimismo, se presentan obstáculos en la ruta como pavimento en mal estado, contenedores de basura en veredas y vías estrechas, dificultando sobre todo el tránsito de personas con movilidad reducida.
- Se detectan rutas alternativas más eficientes que las oficiales.
- Dependiendo del horario de la actividad, la evacuación se torna más dificultosa, lo que se espera aumente considerando el pánico en la población y la posible presencia de derrumbes de edificaciones antiguas, sobre todo en Valparaíso.
- Relacionado con lo anterior, en ningún caso es recomendable la evacuación en vehículo, dado que esto aumenta la congestión y las probabilidades de sufrir un accidente.

Los grupos *jigsaw* de trabajo funcionaron de acuerdo a lo esperado y todos lograron resolver los casos problemáticos que les tocaron. Desde el punto de vista de las relaciones interpersonales, solamente un grupo presentó dificultades que impidieron el desarrollo óptimo de la actividad. De todos modos, algunos de sus miembros participaron.

En relación al proceso de aprendizaje, con la actividad los estudiantes lograron:

- Conocer las rutas de evacuación en caso de tsunami y las dificultades del proceso para personas con diferentes capacidades.
- Conocer el funcionamiento de la institucionalidad chilena en materia de emergencias y los pasos a seguir en el caso de la ocurrencia de un tsunami.
- Trabajar en equipo para el aprendizaje de temáticas complejas y para la resolución del problema propuesto.
- Valorar la participación de todos los miembros del equipo, pues se necesitaban los conocimientos en que cada estudiante era experto para la resolución del problema.

Conclusión

La aplicación de metodologías activas en las aulas de ingeniería mejora la motivación, participación y compromiso de los estudiantes por su propio aprendizaje (Smith et al., 2005). Esto se pudo apreciar en la experiencia descrita en este documento. Las percepciones informales del docente a cargo del curso, los mentores y estudiantes participantes coinciden en que el desarrollo de una actividad cooperativa como la señalada mejora la integración de los aprendizajes respecto de lo conseguido con una clase tradicional. El método *jigsaw*, en particular, permite además mejorar las relaciones interpersonales entre los integrantes de un grupo, lo que también se pudo apreciar en el curso.

Queda como tarea a futuro investigar sobre los alcances formales a corto y largo plazo de la aplicación de métodos como el tratado en este documento. Hoy contamos con percepciones, más adelante respaldaremos con cifras los beneficios de cambiar la forma de enseñar en ingeniería.

Referencias Bibliográficas

- Aronson, E., y Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom*. New York: Addison Wesley Longman.
- Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Marty, M., Siufi, E. y Wagenaar, R. (Eds.). (2007). *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe Final - Proyecto Tuning – América Latina 2004-2007*. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Bullard, L., Felder, R. y Raubenheimer, D. (2008) *Effects of Active Learning on Student Performance and Retention*. 2008 ASEE Annual Conference Proceedings, ASEE, June 2008.
- De Graaf, E., y Kolmos, A. (2003). *Characteristics of Problem-Based Learning*. International Journal of Engineering Education, Vol. 19, No. 5, pp. 657–662
- Felder, R. (2006). *Teaching Engineering in the 21st Century with a 12th-Century teaching model: How bright is that?* Chemical Engineering Education 40(2), pp. 110-113.

- Felder, R., Woods, D., Stice, J., y Rugarcia, A. (2000). *The future of engineering education II. Teaching methods that work*. Chemical Engineering Education 34(1), pp. 26-39.
- Felder, R., y Brent, R. (2007). *Cooperative Learning*. Chapter 4 of P.A. Mabrouk, ed., *Active Learning: Models from the Analytical Sciences*, ACS Symposium Series 970. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 34-53.
- Felder, R., Brent, R., y Prince, M.J. (2011). *Engineering Instructional Development: Programs, Best Practices, and Recommendations*. J. Engr. Education, 100(1), 89-122.
- Felder, R. (2012). *Engineering Education: A Tale of Two Paradigms*. In McCabe, B., Pantazidou, M., y Phillips, D. (Eds.). *Shaking the Foundations of Geo-Engineering Education*, Leiden: CRC Press, pp. 9-14.
- Fynewever, H., Henderson, C., Barry, S., Erwin, S., Hanson, S., Lindow, M., Huber, M., y Mirakovits, K. (2008) *Honing Teachers' Behind The Scenes Work: Pragmatic Ideas From Best Practices*, MSTJ Journal, 53 (2), 2-7.
- Garret, M.R. (1988). *Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 6(3), pp. 224-230.
- Graham, R. (2012). *Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change*. London: The Royal Academy of Engineering.
- Herrán, C. A., y Vega, C. F. (2006). *Uso del ABP como estrategia didáctica para lograr aprendizaje significativo del diseño de ingeniería*. Revista Educación en Ingeniería, 1(2), 33-44.
- INNOVA (2012). *Informe N°1: Factores y Tendencias Claves de la Ingeniería a Nivel Internacional*. Ingeniería 2030. Programa para transformar las escuelas de ingeniería chilenas en entidades de clase mundial hacia el año 2030. Santiago de Chile: Corfo.
- Jamieson, L. H., y Lohmann, J. R. (Eds.). (2009). *Creating a culture for scholarly and systematic innovation in engineering education: Ensuring U.S. engineering has the right people with the right talent for a global society*. Washington DC: American Society for Engineering Education.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., y Smith, K.A. (1998). *Active Learning:*

Cooperation in the College Classroom (2nd ed.). Interaction Book: Edina, MN.

- Kindelán, M.P., y Martín, A. (2008). *Ingenieros del Siglo XXI: importancia de la comunicación y de la formación estratégica en la doble esfera educativa y profesional del ingeniero*. ARBOR, Ciencia, Pensamiento y Cultura CLXXXIV 732, julio-agosto (2008), pp. 731-742.
- King, R. (2008). *Engineers for the future: Addressing the supply and quality of engineering graduates for the 21st century*. Sydney: Australian Council of Engineering Deans with support from Australian Learning and Teaching Council.
- OECD (2000). *Education at a Glance. OECD Indicators 2000: Education and Skills*. Paris: OECD.
- ONEMI (2015): *Mapas zonas seguras*. Recuperado de <http://www.onemi.cl/mapas/region/valparaiso/#V>
- Rodríguez, J. (2008). *La formación del ingeniero en el Siglo XXI*. Boletín Electrónico Ingeniería Primero, N°10. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Smith, K.A., Sheppard, S. D., Johnson, D.W., y Johnson, R.T. (2005). *Pedagogies of engagement: Classroom-based practices (Cooperative learning and Problem-based learning)*. Journal of Engineering Education Special Issue on the State of the Art and Practice of Engineering Education Research, 94 (1), 87-102.
- Smith, K.A. (2013). *Teamwork and Project management*. New York: Mc-Graw Hill, 4° Edición.
- Tewksbury, B. (2015). *Jigsaws*. SERC (Science Education Resource Center at Carleton College) Pedagogic Service Project. Revisado en octubre de 2015, disponible en <http://serc.carleton.edu/31620.1290>
- UNESCO (2004). *Educación Superior en una sociedad mundializada*. Documento de Orientación. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2009). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo* (Sede de la UNESCO, París, 5-8 de julio de 2009).